飼料蛋白質資源調查研究

(第　四　報)

富貴豆飼料化試驗

林　秉　溱　　周　新　添

一、緒　　言

富貴豆，又名虎爪豆 Mucuna capitata, Wight et Arnott 為本省蔗畑主要綠肥之一，其現有栽培面積達5,000公頃，種子(豆)產量可折為3,000多噸，約合蛋白質量1,000噸；但豆中尙有胺基酸系毒素存在，如食之，卽發生吐下及眩暈等中毒現象[1]，故至今仍未聞其為飼料被利用於養豬。

富貴豆毒素為胺基酸 *l*-3,4-Dioxyphenylalanine (Dopa)，在化學構造上係與 Adrenaline 及 Melanine 有關物質，故過去在生化學方面其研究頗多，惟關於應用方面研究卽殆無。

本 Dioxyphenylalanine 早已由 Gugenheim 氏在蠶豆種殼中發見，似係 Stizolobium 屬特有成份；本物質對空氣頗為敏感，殊在礆性下容易氧化變成黑色素 Melanine[2,3]，然而，一方本物質乃係胺基酸 Tyrosine 由其酵素 Tyrosinase 氧化產生之第一階段中間成績體[4]，故對其與 Tyrosine 之分別定量方法之研究亦為數不少[2]，如在本試驗所採用之 L. E. Arnow 氏比色定量法[5]卽為其巧妙者噢。

富貴豆豆中蛋白含量為 26 %餘，此值雖未得列入最高之部類，但在本省普遍缺乏蛋白資源立地條件而言，仍不失為有望蛋白質資源之一，且本作物適合本省氣候•土壤易於栽培•繁殖等；筆者因有本項飼料化試驗之進行。

本試驗報告辱蒙本所所長徐水泉博士關懷指正，藉此謹表謝忱。

二、實　　驗

本富貴豆化學的飼料化試驗分三階段：(1) 富貴豆組成•成份分析，(2) 飼料化預備試驗，(3) 飼料化處理本試驗。

飼料化富貴豆為主要蛋白質源進行動物飼育(養豬)試驗，因故未得舉辦，俟日後有機會時辦理報告之。

(1)　富貴豆組成•成份分析

A. 機械的組成：如前報"銀合歡飼料化試驗"(農試所農業研究第六卷第二期)仍以機械的方法分開測定子實(100克～101粒)皮部及肉部之百分比。

結果：

組　　成	原料百分比
	%
種　　皮	13.23
種　　肉	86.77

B. 化學的組成：試驗方法，一般成份分析如前報告，槪依照東京大學"實驗農藝化學"誌載方法施行之。有毒成份 Dopa 之定量，卽做 Arnow 氏之 Nitroso-化呈色反應比色法，

利用島津光電比色計與蒸餾水比色決定之。(濾光板 K_5 : 510 mμ～檢量係數c/k : 2.917 mg %)。

所得結果如表一:

表1　富貴豆化學的組成

成　　份	原料百分比	乾物百分比	備　　考
	%	%	
水　　份	12.06	一	
灰　　份	3.43	3.90	
粗　蛋　白	26.69	30.35	總氮×6.25
粗　脂　肪	4.02	4.57	
粗　纖　維	4.34	4.94	
可溶無氮物	49.46	56.24	計算值
純　蛋　白	23.12	26.29	
澱　　粉	35.63	40.52	
胺基酸 Dopa	3.73	4.24	Dopa 分佈 {皮 2.03% 肉97.97%

在本成份分析，除上列特殊成份外，吾人尚進行其他有害特殊成份之定性檢驗；例如，植物鹼單寧、皂質物、氰酸配醣體等，概無發現其存在。

（2）　飼料化預備試驗

實驗 (i)　水煮脫殼處理效果:

如見於前刊飼料蛋白質資源調查研究報告，吾人若以破碎種實爲原料進行飼料化處理時，即得收率概爲不佳；今富貴豆粒重平均約爲1克，其豆粒大而易爲脫殼，故雖其有毒成份大部存在種肉部份，仍進行本項實驗。

試驗方法，先將元粒種實一定量加10倍量水煮沸 ½ 小時後，去殼，取其種肉前後各以10及5倍量水再行煮沸處理各 ½ 小時；合併全部濾液並取一定量供於分析，調查計算 Dopa 之溶出量。結果，Dopa 抽出率 : 57.10 %。

倘如煮沸處理後之種肉，再放在25倍量冷水中浸漬24小時，即得處理效果，Dopa 抽出率 : 77.15 %。

實驗 (ii)　粉碎原料～水處理效果:

由先行實驗看得'水煮脫殼處理'對有毒胺基酸抽出效果低微；又在經濟上而言，處理尚需原料50倍量之用水及一晝夜以上之時間，顯係未合實際應用；可見除毒處理還需利用破碎種實爲原料纔是。

本試驗方法，秤取一定量粉碎富貴豆(32 mesh)加一定量水施行浸漬1小時後，過濾(濾紙)，取濾液一定量分析 Dopa 之溶出量。　結果如下:

處理用水量	Dopa 抽出量
倍	%
5	76.3
10	92.3
20	95.5
50	100.0

由上表成績可知，富貴豆可單純用10倍量水浸漬其粉碎原料1小時，而得去除大部有毒成份；惟，至其處理物收量如何一節，應俟另行實驗始得決定之。

實驗（iii） 粗碎原料～水處理效果：

在上述'實驗（ii）'吾人雖得到除毒處理效果尙屬不錯，但因粉碎原料處理究竟難期處理物收量佳良，及，在實際上處理物因氧化作用發現着色難看等，故改以粗碎富貴豆爲原料進行飼料化處理，調查處理成績。

試驗方法及所得結果略如誌下。

取一定量粗碎富貴豆（10 mesh），如前加10倍量水施行浸漬1小時後，過濾，濾渣即迅予風乾後供與分析，調查處理效果。 結果：

浸漬次數	處理物分析			備考
	蛋白含量	Dopa 含量	收率	
	%	%	%	
1	21.81	1.04 (27.8%/orig.)	60.3	濾材：濾布*
2	21.38	0.59 (15.7%/orig.)	65.0	濾材：濾紙

＊註：過濾後殘渣以2.5倍水施與洗滌。

在本試驗一次處理者，吾人尙得將濾液再施煮沸操作回收凝固物質11.2%，又此凝固現象尙可由鹽酸加入濾液至酸度0.02 N時發現沉澱析出等，附記參考。

實驗（iv） 鹽酸處理效果：

在'實驗（iii）'雖然看到相當處理成績，但處理物顏色仍依然未得改進；因故進行本項實驗予期較優而完整成績。

試驗方法：取一定量粗碎富貴豆（10 mesh）加10倍量一定濃度稀鹽酸液，施行浸漬1小時，以濾紙過濾後濾渣仍如前迅予風乾供於分析，進行處理效果調查。

所得結果如表二：

表2：稀鹽酸處理效果

鹽酸濃度	處理物分析			
	顏色	蛋白含量	Dopa 含量	收率
N		%	%	%
0	黑	20.42	1.24 (33.21%/orig.)	71.5
1/40	灰褐	21.55	1.11 (29.67%/orig.)	79.5
1/20	淡褐	23.97	1.08 (28.97%/orig.)	78.0
1/10	灰	19.74	1.02 (27.29%/orig.)	73.0

上表顯示，鹽酸濃度 0，即爲水處理時其除毒效果及收率爲最差，又顏色暗黑無可應用；鹽酸濃度 $n/40$ 時，雖其收量優，顏色仍差；鹽酸濃度提至 $n/20$ 時，即得顏色改進而並得其他各項處理成績佳良等；但，如鹽酸濃度再提至 $n/10$ 時，即發現收率及蛋白含量較差；綜合上述成績，富貴豆鹽酸處理飼料化最適條件，似可認爲其酸度存於 $n/20$ 附近。

（3） 飼料化處理本試驗。

在先行預備試驗，吾人看得富貴豆飼料化處理最適條件爲以原料10倍量（vol./wt.）二十分一定規鹽酸溶液施行冷浸粗碎富貴豆（10 mesh）1小時，可獲得處理成績略示：蛋白含量24%，收率78%，毒成份 Dopa 存量不及30%等；但在此數值中 Dopa 存量乙項仍稍嫌爲高，又，處理後之

殘留鹽酸份當可變成問題，故在此飼料化處理本試驗吾人所進行操作方法即改訂如次：

取粗碎富貴豆 (10 mesh) 150g，加 0.05 N 鹽酸溶液 1.5 l 進行冷浸 ½ 小時後過濾（濾材：濾布），濾渣再加入蒸餾水 1.5 l 仍如前浸漬·過濾後，殘渣即迅予風乾後再予粉碎，供與化學分析。

所得飼料化處理成績，除風乾處理物外觀收率 63.6 %，眞正收率 68.0 %，酸度 0.46 %外，其他各項成份組成如表三：

表 3 ：富貴豆飼料化處理成績

成　　　份	飼料化物百分比	同乾物百分比	同收率計算乾物百分比
	%	%	%
水　　　份	5.95	—	—
灰　　　份	1.29	1.37	0.93
粗　蛋　白	23.89	25.40	17.28
粗　脂　肪	4.63	4.92	3.35
粗　纖　維	7.67	8.16	5.55
可溶無氮物	56.57	60.15	40.91
純　蛋　白	21.25	22.59	15.37
澱　　　粉	41.42	44.04	29.96
胺基酸 Dopa	0.61	0.65	0.44

三、考　　　察

在實驗部份，吾人雖看得富貴豆略可以‘鹽酸～水配合處理’變成飼料化物，但究竟其營養價值如何乙節，仍應俟辦理動物飼育試驗後始得決定之。

今，僅就化學試驗部份飼料化成績逐條進行考察如次：

（1） 在富貴豆組成·成份分析，吾人獲知皮·肉兩部分佈約 13；87，而毒素胺基酸 Dopa 對皮·肉兩部之分佈即略 2：98；故脫殼處理未能期待優異成績即不待言。

（2） 原來胺基酸 Dopa 對水之溶解度爲 0.5，不溶於有機溶劑而可溶於酸·碱等 ； 今 Dopa含量已判明爲 3.73 %，故粉碎原料略可以 10 倍量水浸漬抽出 90 %以上，又如在“表二”，吾人看得粗碎富貴豆其 Dopa 抽出率應酸度提高而增進，此乃合於理論不可置疑者。

（3） 既在緒言中述及 Dopa 對空氣頗爲銳敏，而殊在碱性下容易變成 Melanine 等；實際上單以水 (pH＝6) 浸漬尙可發現氧化作用進行，因此，吾人即偏要在酸性一邊進行飼料化處理，而全未顧及碱處理方法，其緣故是也。

（4） 在飼料化處理本試驗，吾人將鹽酸處理後半段以水代替進行浸漬，洗除殘留鹽酸，而得飼料化成績尙屬不錯，僅仍嫌收率過低；此後段水處理部份似可短縮浸漬時間予期提高收率。

（5） 吾人由分析上需要，曾倣董氏以含有少量亞硫酸之 60 %酒精進行抽出純製 Dopa，故此富貴豆鹽酸處理方法本可簡單以亞硫酸水溶液代行；但因亞硫酸方法其操作較爲麻煩及殘留亞硫酸又需嚴格管制去除等，可謂已超出吾人試驗目標（處理方法家庭化），所以對此未有進行實驗。

（6） 最後，由飼料化處理前後之化學成份分析數值，吾人可對照判明飼料化過程中之成份變化情形，茲列下參考。

表4：飼料化處理前後成份比較對照表

成　　份	原料乾物百分比	處理物收率計算乾物百分比	差　　額
	%	%	%
灰　　份	3.90	0.93	− 2.97
粗蛋白	30.35	17.28	− 13.07
粗脂肪	4.57	3.35	− 1.22
粗纖維	4.94	5.55	(+ 0.61)
可溶無氮物	56.24	40.91	− 15.33
純蛋白	26.29	15.37	− 10.92
澱　　粉	40.52	29.96	− 10.56
胺基酸 Dopa	4.24	0.44	− 3.80

上表顯示由以'鹽酸～水配合處理'雖得胺基酸 Dopa 抽出去除達九成，但一方純蛋白及澱粉亦各溶失10%以上等，可見富貴豆原來含有水可溶性蛋白質不少，及在鹽酸處理途中部份澱粉變成可溶物質（參照預備試驗實驗 (iii), (iv)）。又，因此特殊成份 Dopa 存在之緣故，飼料化處理頗忌避鹼及其鹽類存在，致在鹽酸處理後不便援用炭酸鈉中和殘留鹽酸份（見羽扇豆飼料化試驗）等，'鹽酸～水配合處理'方法雖需犧牲收率，亦出於不得已也。

四、結　　論

（1） 由富貴豆組成·成份分析，得富貴豆蛋白含量約 30 %（乾物），惟一方尚含有毒胺基酸 Dopa 約 4 %（乾物），致未能隨便爲飼料蛋白源利用之。

（2） 富貴豆毒素胺基酸 Dopa 概存於種肉部份，故僅以'水煮脫殼處理'即無法獲得優異飼料化處理效果。

（3） 富貴豆飼料化可簡單以破碎原料10倍量水進行浸漬除毒，但，此時其收率缺佳及處理物顏色暗黑等，水浸方法無可應用。

（4） 富貴豆飼料化最適條件決定爲：粗碎原料 (10 mesh) 以 10 倍量(vol./wt.)二十分一定規鹽酸浸漬 1 小時；可得飼料化成績略示：收率 78 %，蛋白含量 24 %，毒成份 Dopa 抽出去除達 70 %。

（5） 如鹽酸處理方法後半段改以水處理浸漬洗除殘留鹽酸，乃得飼料化成績：蛋白含量25%（乾物），毒害成份 Dopa 0.65 %（乾物），但一方純蛋白及澱粉同時各溶失 10 %等，因而僅得收率不及 70 %。

（6） 以化學的數值而言，'鹽酸～水配合處理'方法飼料化物概可爲飼料蛋白源利用，惟至其營養價值如何乙節，應俟辦理動物試驗後始得決定之。

參 考 文 獻

(1) T. TUNG: J. of Formosan Med. Assoc., **46**, No. 1, 16 (1937).
(2) S. AKABORI, S. MIZUSHIMA: Chemistry of Proteins, Vol. 1 (1954).
(3) G. KLEIN: Handbuch der Pflanzenanalyse, Bd. IV (1933).
(4) S. AKABORI, S. MIZUSHIMA: Chemistry of Proteins, Vol. 3 (1955).
(5) L. E. ARNOW: J. Biol. Chem. **118**, 531 (1937).

INVESTIGATION AND STUDY ON THE SOURCE OF THE PROTEIN FEEDSTUFFS IN TAIWAN

(Fourth Report)

A STUDY ON THE MUCUNA CAPITATA SEED AS A PROTEIN FEED

by

P. C. LIN and S. T. CHOW

SUMMARY

A study was made to find a way to turn the velvet bean (Mucuna capitata) into a protein feedstuff for hogs.

The chemical constitution of velvet bean was analyzed. It was found that the protein content of the seed was about 27 per cent and the toxic amino acid "Dopa" more than three per cent, most of which contained in the meal part of the seed.

An experiment on the treatment of velvet bean to turn it into a feedstuff was made.

It seemed that the toxic amino acid could be easily removed by water maceration, where water being 10 times the finely crushed seed. But the yield was too low and the material would darken in color during and after the treatment. However, this undesirable action of water could be suppressed to some extent by the addition of hydrochloric acid.

The optimal condition of chemical treatment was to macerate the roughly crushed seed with ten times (vol./wt.) twentieth normal hydrochloric acid solution for one hour. With the optimal condition, a promising result was secured; the yield and protein content were 78 per cent and 24 per cent respectivelv, and the Dopa content lowered to approximately one per cent.

With the acid process metioned above, most of the Dopa could be removed when the material was treated by acid for 30 minutes and then followed by water maceration for 30 minutes, however, the yield decreased to about 70 per cent.

The feeding experiment on the nutritive value of the acid-water treated material will be carried in future.